

## Düngung im Ackerbau-Körnermaisdüngung Wagna 2007-2019

Die richtige Düngung ist ein entscheidender Faktor im erfolgreichen Ackerbau. Es ist erstrebenswert, die Kosten der Düngung so minimal wie möglich zu halten und auf der anderen Seite den für den Standort optimalen Ertrag zu erwirtschaften. Besonders beim Hauptnährstoff Stickstoff führt jede falsche Düngung entweder zu einem Nichtausschöpfen der pflanzlichen Ertragspotentiale oder zu Beeinträchtigung des Grundwassers und der Umwelt. Beides ist meistens mit ökonomischen Nachteilen verbunden.

Damit den Landwirten in dieser Hinsicht durch die Beratung Hilfen angeboten werden können, betreut das Versuchsreferat der landwirtschaftlichen Fachschulen derzeit exemplarisch zwei langjährige Düngungs-Exaktversuche. In Wagna wird der Düngeeffekt auf leichten Böden in einer reinen Mais-Fruchtfolge untersucht. In Kalsdorf bei Ilz ist der Versuch auf schweren Böden angelegt. Hier wurde in die reine Maisfruchtfolge 2017 und 2019 Körnerhirse eingebaut. Aus organisatorischen Gründen konnte 2019 in Kalsdorf nicht das geplante Düngungs-Regime ausgeführt werden, die Fläche wurde jedoch so behandelt, dass 2020 wieder das vorgesehene Schema weitergeführt werden kann. Die Ergebnisse des Versuches in Kalsdorf aus dem Jahr 2019 sind bei den Hirseversuchen ab der Seite 78 beschrieben.

**Versuchsstandort:** Wagna bei Leibnitz (Fachschule Silberberg) – 13-jährige Ergebnisse

Der Versuch liegt auf lehmigen Sandböden mit geringer Mächtigkeit über Schotter und hat zum Ziel, die Düngung im Körnermaisaubau ohne Gefahr von Nitratverlusten in Wasserschongebieten zu optimieren. Der Versuch ist als Blockanlage mit 12 Düngungsvarianten und 6-facher Wiederholung angelegt worden. Der Versuch ist gleichzeitig ein Monokulturversuch, nachdem seit 13 Jahren durchgehend Mais auf der gleichen Fläche angebaut wird und die Versuchspartellen immer an derselben Stelle sind.

### Versuchsvarianten 2019:

	April			Anf. Mai	Ende Mai / Anfang Juni		Summe N (kg/ha)
	Gülle vor Anbau flächig (17 m <sup>3</sup> - 2.4.) 5,90 GN = 70 jw N/m <sup>3</sup>	min. N-Unterfuß Düngung beim Anbau (17.4. UF)	min. PK Düng	min. N-Reihen düng. ab 10.5. (10.5. – EC 12) RD	Gülle Schleppschlauch (27.5. - EC 16) 4,27 GN = 2,97 jw N/m <sup>3</sup>	mineral. N-Reihendüngung (RD) (27.5. - EC 16)	
0	--	--	ja	--	--	--	0
A		45 KAS	ja			45 KAS	90
B		55 KAS	ja			60 KAS	115
C			ja	55 KAS		60 KAS	115
D			ja*	55 KAS	(60) 52 Njw 17,5 m <sup>3</sup>		(115) 107 Njw
E	(55) 70 Njw		ja*			(60) 45 KAS	(115) 115 Njw
F	(55) 70 Njw		ja*			34 KAS lt. N <sub>min</sub> -Soll **	104
G		55 KAS	ja			41 KAS lt. N <sub>min</sub> -Soll **	96
H		55 Entec 26	ja			60 KAS	115
I	(55) 70 Njw		--		(60) 39 Njw 13 m <sup>3</sup>		(115) 109 Njw
K		55 KAS	ja			90 KAS	145
L		55 KAS	ja	60 KAS		60 KAS	175

KAS = Kalkammonsalpeter UF = Unterfußdüngung bei Saat RD = Reihendüngung mit/ohne Hacke flä = Flächendüngung

PK-Düngung: 360 kg/ha Superphosphat (18%) flächig am 2.4.2019, \* bei Variante D, E und F nur alle 2 Jahre PK-Düng., Beginn 2009

\*\* N<sub>min</sub>-Soll – Berechnung: (in Anlehnung an Richtl. f. sachgerechte Düngung = RSD – 7.Auflage – Seite 44)

Gesamtdüngung darf nicht höher als 115 N sein (Wasserschongebietsverordnung – leichte Böden)

Var. F = 53 N<sub>min</sub> lt. Untersuchung (0-90cm); Berechnung: 130N – 20% f. mittl. Ertragsersw. = 104 N (lt. RSD7 Seite 44, Tabelle 30) abzgl. 70 Njw Gabe (Gülle) nach N<sub>min</sub>-Beprobung = 34 N

Var. G = 65 N<sub>min</sub> lt. Untersuchung (0-90cm); Berechnung: 120N – 20% f. mittl. Ertragsersw. = 96 N (lt. RSD7 Seite 44, Tabelle 30) abzgl. 55 N Gabe (KAS) nach N<sub>min</sub>-Beprobung = 41 N

□ N<sub>min</sub> Gesamtwert 0-90 cm (NH<sub>4</sub>-N + NO<sub>3</sub>-N), lt. chem. Untersuchung (N<sub>min</sub>-Probennahme am 21.3.2019)

### Versuchsstandort

	Einheit	Bodenuntersuchung
Boden:		<b>IS = lehmiger Sand</b>
Phosphor:	ppm im Feinboden/Gehaltsstufe:	<b>52/C</b>
Kali:	ppm im Feinboden/Gehaltsstufe:	<b>246/D</b>
pH-Wert:		<b>6,4</b>
Sand:	%	<b>50</b>
Schluff:	%	<b>38</b>
Ton:	%	<b>12</b>
Humusgehalt:	%	<b>3,0 (mittel)</b>

	Kulturführung 2019
Bodenbearbeitung	Herbstackerung mit Pflug (Krasser) am 6.11.2018; keine Gründücke über den Winter; Kreiselegge am 3.4. (nach Gülle), + Saatbeetkomb. 17.4
Anbau	17.4.2019, pneum. (Krasser, Monosem); Ablage: 70 cm Reihenw., 18 cm (79.400 Körner)
Sorten	DieSissy (DKC 5068), RZ 420 Zh mit Koritbeizung
Herbizid	0,44 / Adengo (2.5.2019); 0,25 kg Maisbanvel + 7,5 g Harmony SX (5.6.)
Hacke	Keine mechanische Unkrautbekämpfung
Ernte	01.10.2019

### Das Wichtigste in Kürze:

- 2019 lag das Ertragsniveau mit Ergebnissen bis zu 130 dt/ha über dem langjährigen Schnitt
- Das langjährig mögliche Körnermais-Ertragsniveau liegt auf diesem Boden in den gedüngten Varianten bei 90 - 110 dt/ha
- Dafür sind etwa 120 kg N/ha ausreichend. Die sinnvolle Obergrenze der N-Düngung liegt bei max. 145 kg/ha
- Die Kontrollvariante ohne N-Düngung bringt langfristig rel. konstant einen Ertrag von rd. 50 dt/ha
- Die Reststickstoffmengen nach der Ernte liegen bei ca. 40 kg/ha, bei der höchstgedüngten Variante bei 50 kg/ha, ohne N-Düngung sind es im Mittel 34 kg/ha
- Der begrenzende Faktor ist vor allem die Wasserversorgung, wobei das Jahr 2019 einen rel.ausgeglichenen Niederschlagsverlauf ohne längere Trockenphasen aufwies
- 2019 wurde kein nennenswerter Schaden durch den Maiswurzelbohrer festgestellt

Die Abbildungen zeigen die Entwicklung der Versuchsfläche am 12. Juni (links), am 19. August (Mitte) und am 9. September (rechts). Die Unterschiede in den Varianten sind deutlich erkennbar. Im September sind auch deutliche Unterschiede in der Bodenbeschaffenheit innerhalb der Fläche zu sehen

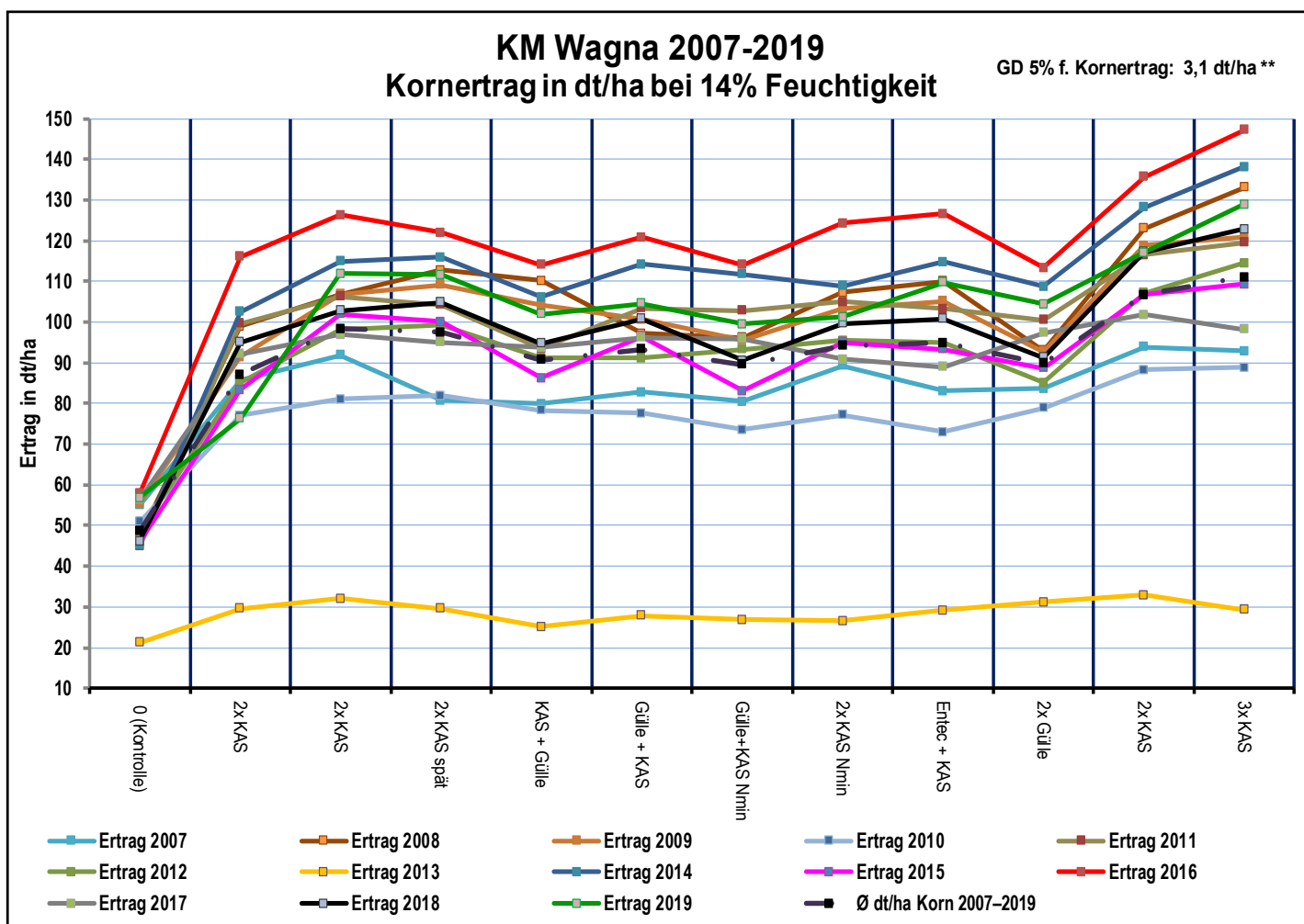
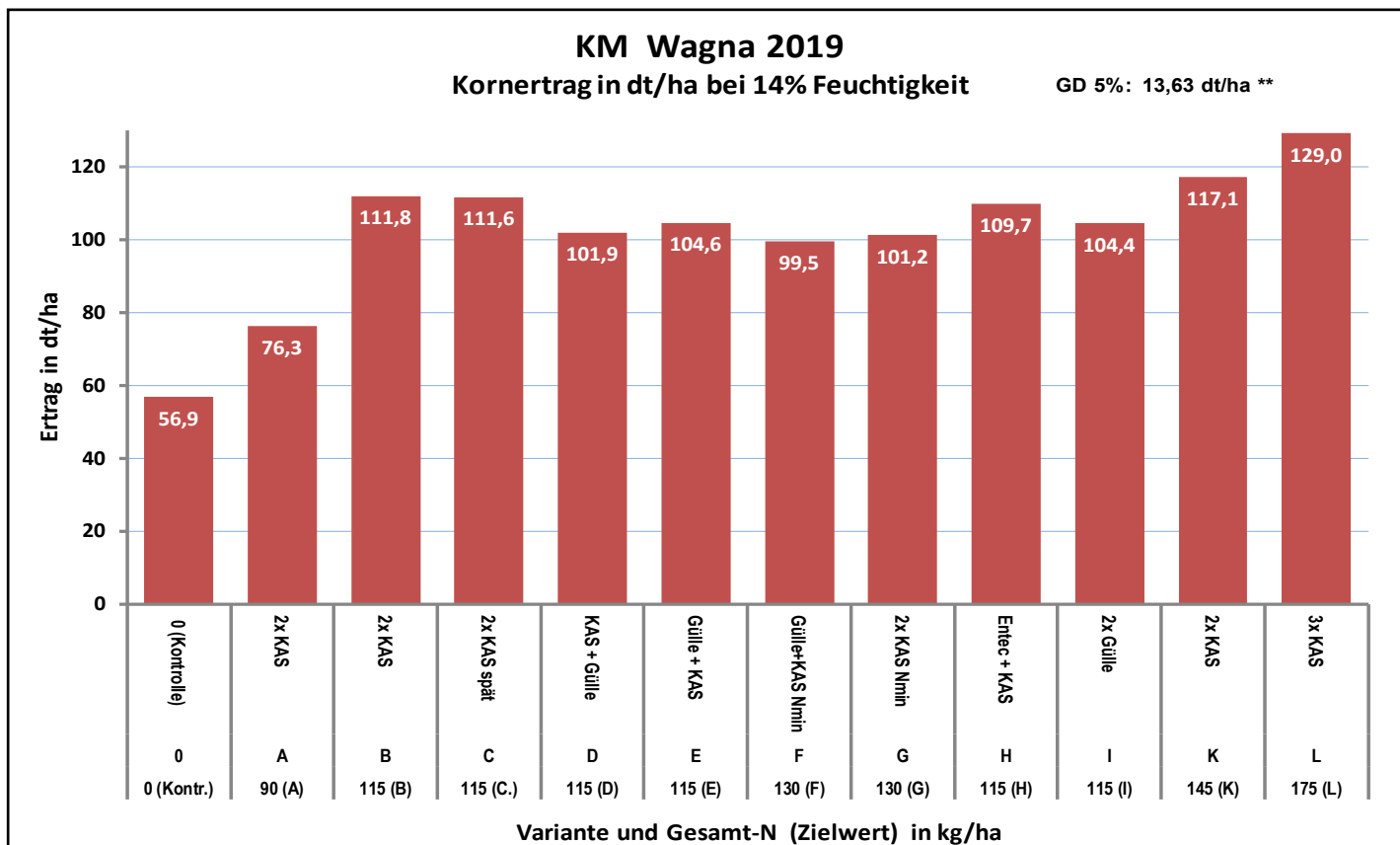


### Versuchsergebnisse:

#### **Kornertrag 2019:**

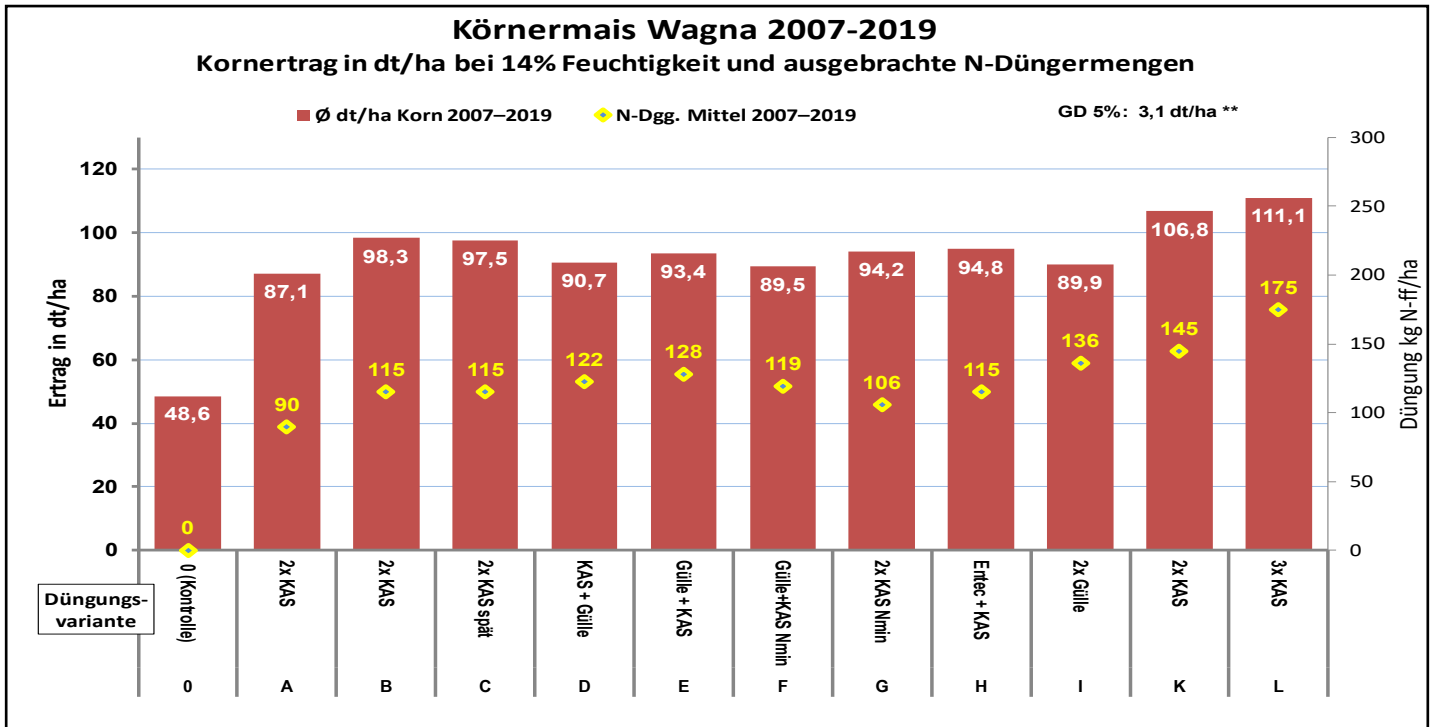
Das Versuchsjahr 2019 brachte einen, im Vergleich der letzten Jahre, deutlich über dem Durchschnitt liegenden Ertrag (siehe Abbildungen auf der nächsten Seite), lag dabei aber unter den Spitzenwerten der Jahre 2014 und 2016. Ohne N-Düngung war in diesem Jahr auf der 0-Parzelle ein Ertrag von 56,9 dt/ha zu erzielen; dieser Wert liegt bei den Höchsten im mehrjährigen Vergleich. Die Ergebnisse der gedüngten Varianten lagen zwischen 76,3 dt/ha (Variante A) und 129 dt/ha (Variante L). Die Unterschiede zwischen den einzelnen Varianten sind statistisch abgesichert. Auffallend ist, dass die Güllendüngervarianten auch 2019 im Vergleich zu den Mineraldüngervarianten mit ähnlicher N-Menge geringere Erträge aufwiesen.

Die Jahreswitterung hat im langjährigen Vergleich den größten Einfluss auf die Ertragshöhe. Der Einfluss der Düngung ist jedes Jahr etwa derselbe. Im extremen Trockenjahr 2013 fiel der Ertrag auf den bisher tiefsten Wert ab, das Jahr 2016 mit einer sehr ausgeglichenen Niederschlagsverteilung führte zu den höchsten Erträgen auf diesem Standort. Das Jahr 2019 liegt im oberen Mittelfeld (mit Ausnahme der Variante A, welche im Vergleich rel. schlecht abschneidet).



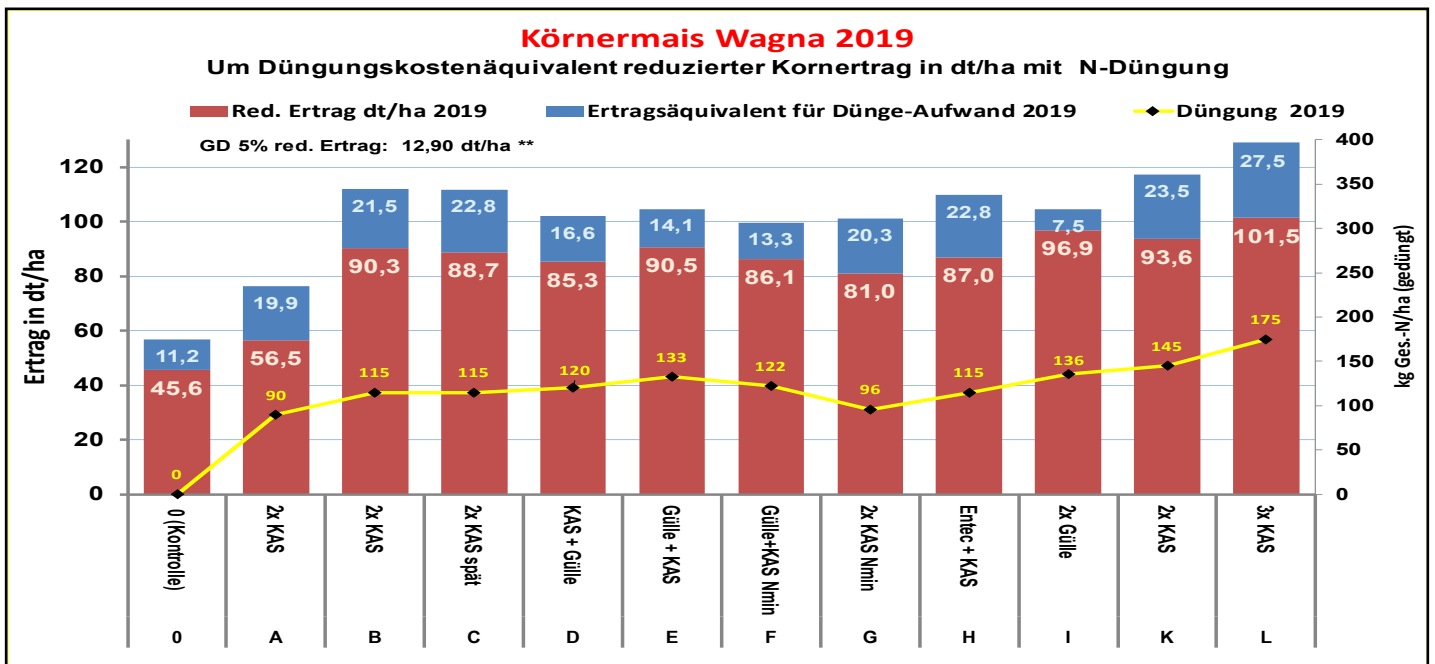
**Kornerträge 2007-2019:**

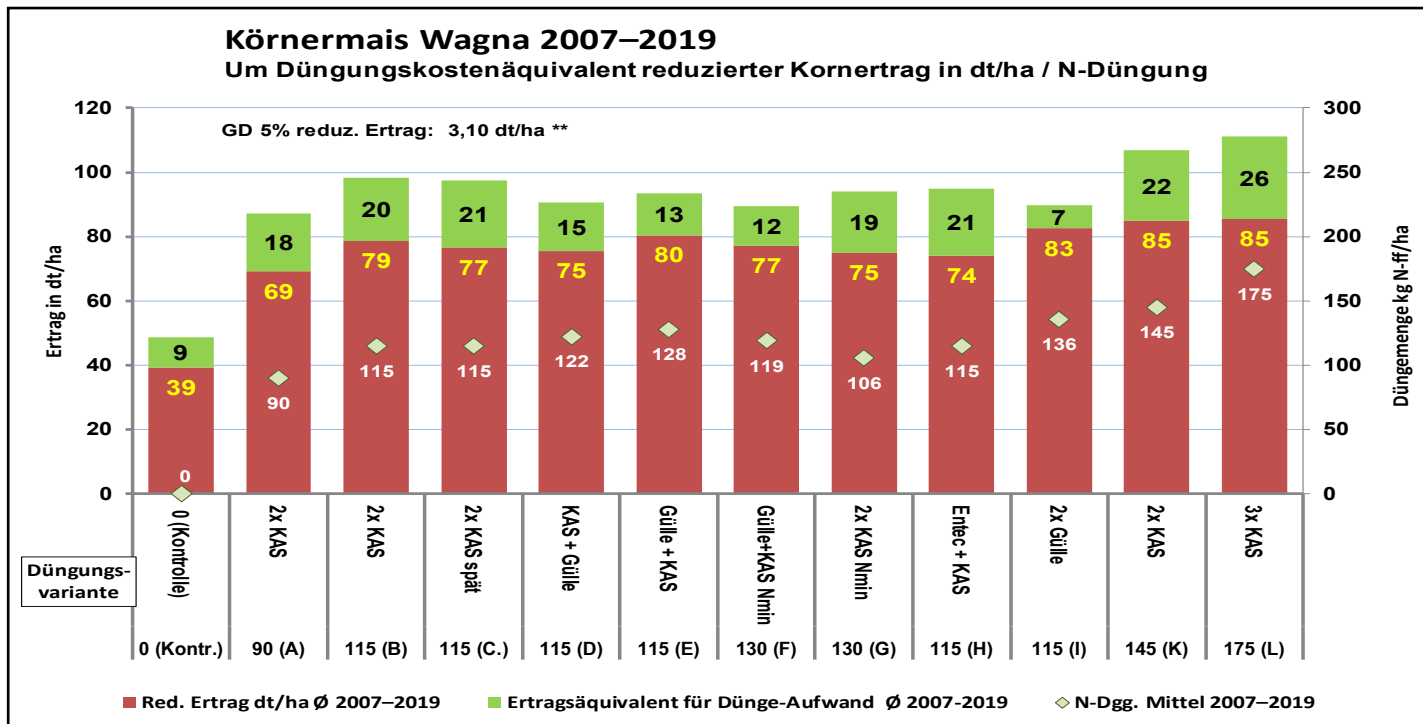
Die Variante 0 bekam seit 2007 keine Stickstoffdüngung und zeigt, dass das natürliche Ertragsniveau dieses Bodens bei rd. 50 liegt. Im Durchschnitt der 13 Versuchsjahre bewegen sich die Erträge der gedüngten Varianten zwischen 8.700 kg und 11.100 kg Mais/ha. Bis zur Düngermenge 145 kg N/ha bringt die Düngungssteigerung gesicherte Mehrerträge. Die höchste Düngungsgabe der Variante L auf 175 kg N/ha bringt im 13-jährigen Mittel den höchsten Ertrag, welcher gegenüber der Variante mit 145 kg N/ha statistisch abgesichert ist. (Anmerkung: Aufgrund der derzeit geltenden gesetzlichen Regelung gilt für die Versuchsfläche eine Obergrenze von 117 kg N/ha).



**Um Düngungskosten reduzierter Kornertrag:**

Durch die Umrechnung der Düngungs- und Ausbringungskosten in ein Kornertragsäquivalent (siehe blaue Säulenteile) relativieren sich die erzielten Korn-Erträge. Vor allem im mehrjährigen Schnitt relativieren sich die Unterschiede nach Abzug der Mehrkosten. Auffallend sind die relativ hohen Kosten bei der Variante H (Teildüngung mit Entec) sowie bei den Varianten mit mehrmaliger KAS-Düngung. Der Mehrertrag der Variante L, durch die hohe Düngemenge, geht durch den erhöhten Aufwand nahezu verloren. Im mehrjährigen Vergleich (siehe Tabelle auf der nächste Seite) ist der Unterschied der beiden höchsten Düngemengen (Varianten K und L) zur Variante I (2-malige Güllendüngung) nur mehr sehr gering.

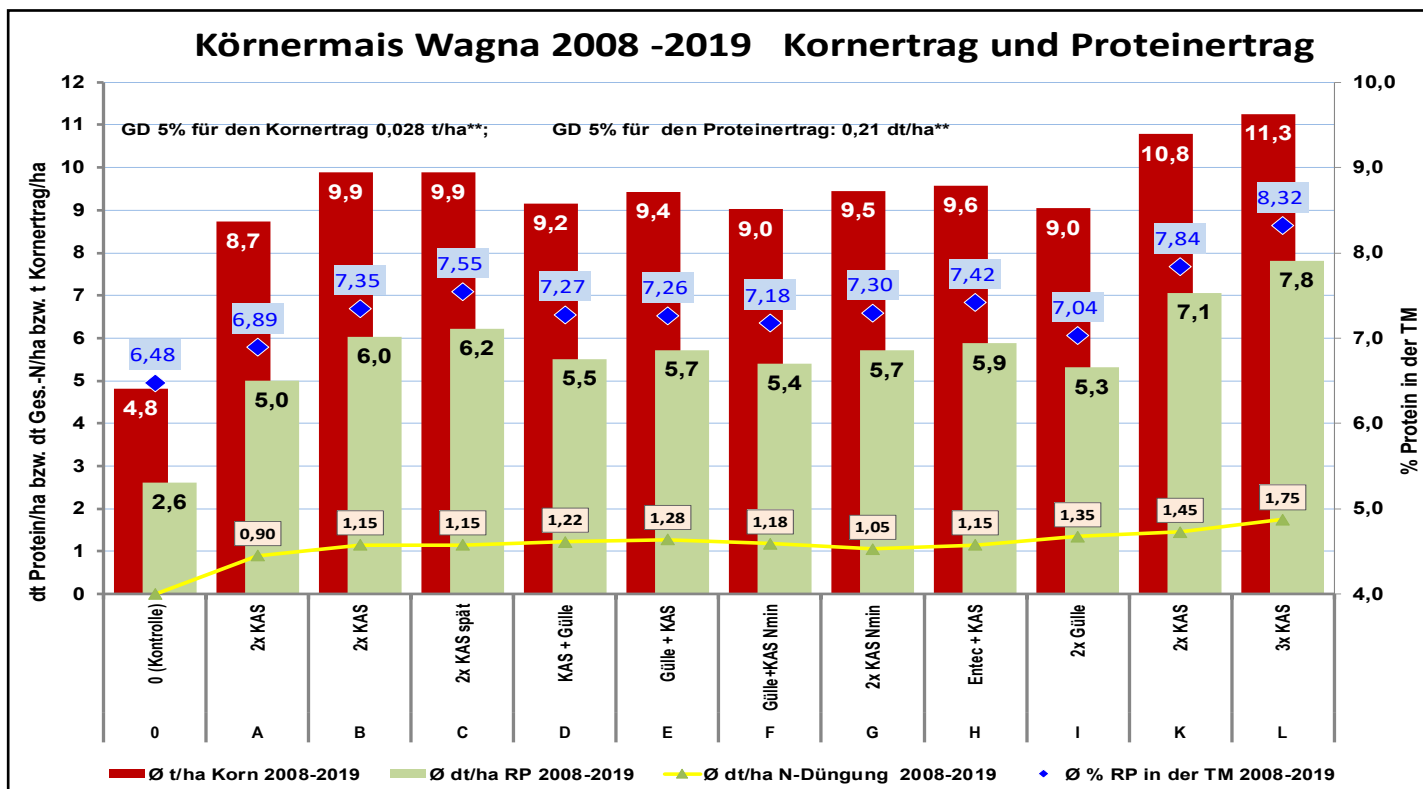


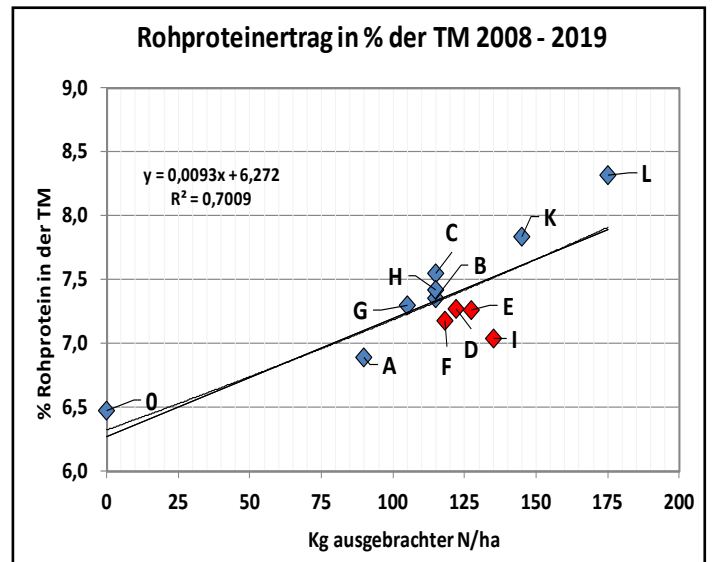
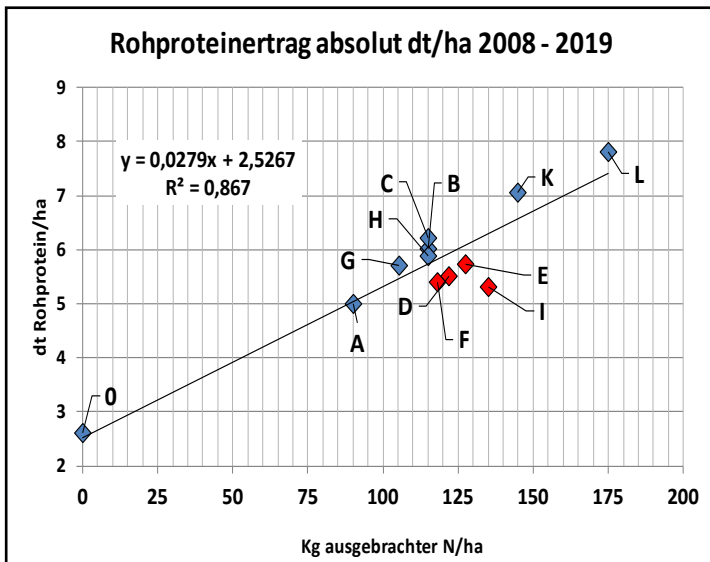


### Proteingehalt und Proteinträge 2008 - 2019:

Neben dem Kornertrag ist auch der Rohproteingehalt und –ertrag ein bedeutsamer Ertragsfaktor. Ab dem Versuchsjahr 2008 wurden daher auch die Proteingehalte erhoben. Wie die obenstehende Grafik zeigt, steigt mit zunehmender N-Düngung auch der Rohproteingehalt in der Trockenmasse (blaue Markierungen) von 6,5% (ohne N-Düngung) auf 8,3% bei der höchsten Düngungsvariante (12-jähriges Mittel).

Ähnlich dem mit der Düngung steigenden Gesamtertrag, steigt damit auch der Ertrag an Rohprotein von 2,6 dt/ha auf 7,8 dt/ha. Dabei ist es gleichgültig, zu welchem Zeitpunkt der Stickstoff gegeben wurde. Bei den Varianten mit Gülledüngung (D, E, F, I) ist die Stickstoffwirkung auf den Proteinерtrag durch wahrscheinlich unvollständige oder zu späte Mobilisierung etwas schwächer.

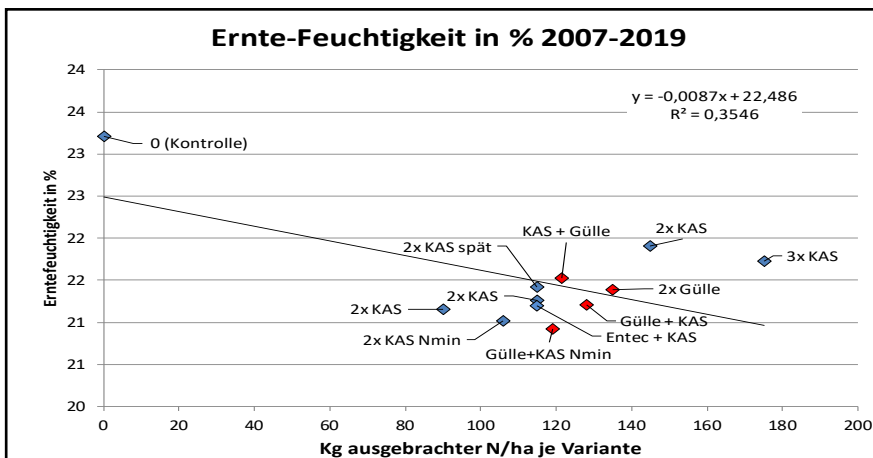




Alle Varianten, bei denen mit Gülle gedüngt wurde, sind beim Rohproteingehalt und beim Rohproteintrag unter der Trendlinie zu finden (rote Markierungen).

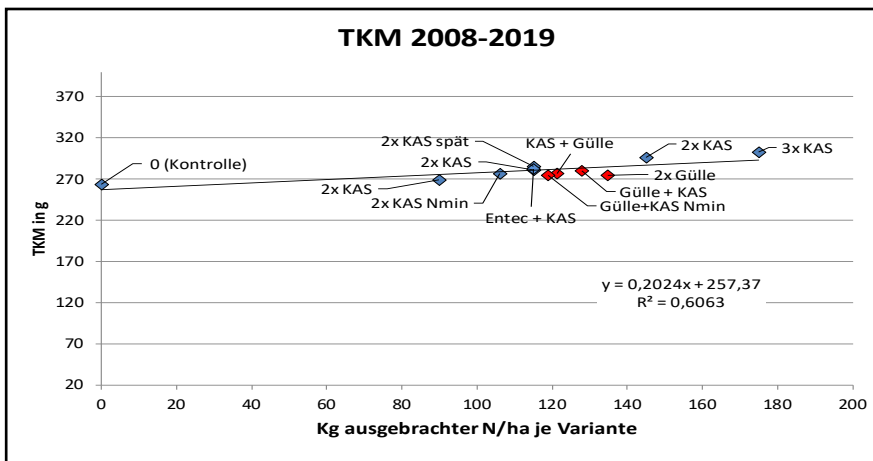
Wenn hohe Proteingehalte für die Wirtschaftlichkeit eine Rolle spielen (Veredelungswirtschaft!) könnten auch hohe N-Düngungen, wie bei den Varianten K und L, sinnvoll und wirtschaftlich sein, sofern es dadurch zu keinen Umweltschäden bzw. Grundwasserbeeinflussungen durch hohe Reststickstoffmengen kommt. In diesem Versuch lagen die Reststickstoffmengen jedenfalls unter dem zulässigen Grenzwert, wie auch die N-Bilanz zeigt.

**Bonitierungsdaten und Qualitätsuntersuchung 2019 und im langjährigen Vergleich**



**Zusammenhang zwischen Düngung und Qualität:**

Zwischen Erntefeuchtigkeit und Düngung kann – bis auf die 0-Variante – im Vergleich der Versuchsjahre kein unmittelbarer Zusammenhang abgeleitet werden, weder nach der Düngertiefe, noch nach Düngungszeitpunkt oder Düngertyp. Die höchsten Werte weisen die Kontrollvariante und die hochgedüngten Varianten auf. In diesen Fällen ist offensichtlich die Abreife verzögert.



Für das Tausendkorngewicht lässt sich eine deutlich ausgeprägtere Beziehung zwischen der N-Düngungshöhe und der TKM beobachten: Je höher die N-Düngung, umso höher auch die TKM. 60,6 % der TKM-Steigerung lassen sich mit der Zunahme der N-Düngung erklären.

Güllegedüngte Varianten haben – bei ähnlicher N-Düngungshöhe - eine etwas geringere TKM als mineralisch gedüngte.

Auf Seite 13 sind tabellarisch die Qualitätsmerkmale für das Jahr 2019 bzw über die Versuchsdauer angeführt.

Variante und Düngung	Erntefechtigkeit in % 2019	Erntefechtigkeit in % MW 2007-2019	TKM in g 2019	TKM in g MW 2008-2019	HL in kg 2019	HL in kg MW 2008-2019	Anzahl Pflanzen (Aufgang) 2019	Anz. Pflanzen (Aufgang) MW 2007-2019	Pflanzen (bei Ernte) 2019	Pflanzen (bei Ernte) MW 2007-2019	Wuchshöhe in cm 2019	Wuchshöhe in cm MW 2008-2019	Stängelbruch in % <sup>1)</sup> MW 2019	Stängelbruch in % <sup>1)</sup> MW 2007-2019	Diabroticabefall in % <sup>2)</sup> MW 2019	Diabroticabefall in % <sup>2)</sup> MW 2012-2019
O-ohne N	24,1	23,2	314	264	72,0	71,5	70238	75875	65079	72202	269,1	244,8	0,8	0,6	0,0	3,8
A-90 N	21,5	21,2	309	270	73,0	72,7	70106	76333	65873	74664	286,7	281,9	1,0	1,2	0,2	3,8
B-115 N	22,2	21,3	342	281	74,8	73,5	70238	76241	68254	74542	296,3	285,5	0,8	1,7	1,2	4,6
C-115 N	22,0	21,4	340	285	74,4	73,4	70238	75997	68519	74685	299,4	286,4	0,0	1,0	0,4	3,8
D-120 N	22,2	21,5	322	276	73,9	73,2	70767	75855	67328	74278	302,2	285,2	0,4	1,0	0,4	2,6
E-127 N	21,8	21,2	338	280	74,3	73,4	72487	75539	70238	74135	294,2	284,9	0,6	1,6	0,2	2,9
F-Nmin (119 N)	21,4	20,9	323	275	74,2	73,2	73148	76648	69312	74583	297,8	283,2	0,4	1,1	0,6	6,8
G-Nmin (107 N)	22,1	21,0	319	277	74,2	73,2	73280	76964	70767	74980	295,7	287,8	0,0	1,8	0,5	3,6
H-115N	22,5	21,2	331	282	74,8	73,6	70635	76506	68651	75051	296,1	284,3	0,6	2,2	0,4	5,2
I-133 N	22,2	21,4	322	274	74,8	73,0	71032	75610	67989	73738	297,6	281,8	0,0	0,8	0,8	3,7
K-145N	23,3	21,9	335	297	74,9	74,3	72487	76140	69709	74247	298,7	289,1	0,4	2,0	0,9	7,2
L-175N	24,0	21,7	368	303	75,1	74,5	73016	76516	72090	75193	301,8	293,0	0,7	1,8	0,4	6,1
Mittel	22,4	21,5	330	280	74,2	73,3	71473	76185	68651	74358	294,6	282,3	0,5	1,4	0,5	4,5

Grenzdifferenzen

GD 5%	0,89**	0,28**	-	-	-	-	3766ns	890+	4183+	1050**	12**	4,0**	-	0,9ns	2,88*
-------	--------	--------	---	---	---	---	--------	------	-------	--------	------	-------	---	-------	-------

<sup>1)</sup> Stängelbruch unter dem Kolben mit erschwerter Ernte, meistens durch Maiszünslerbefall

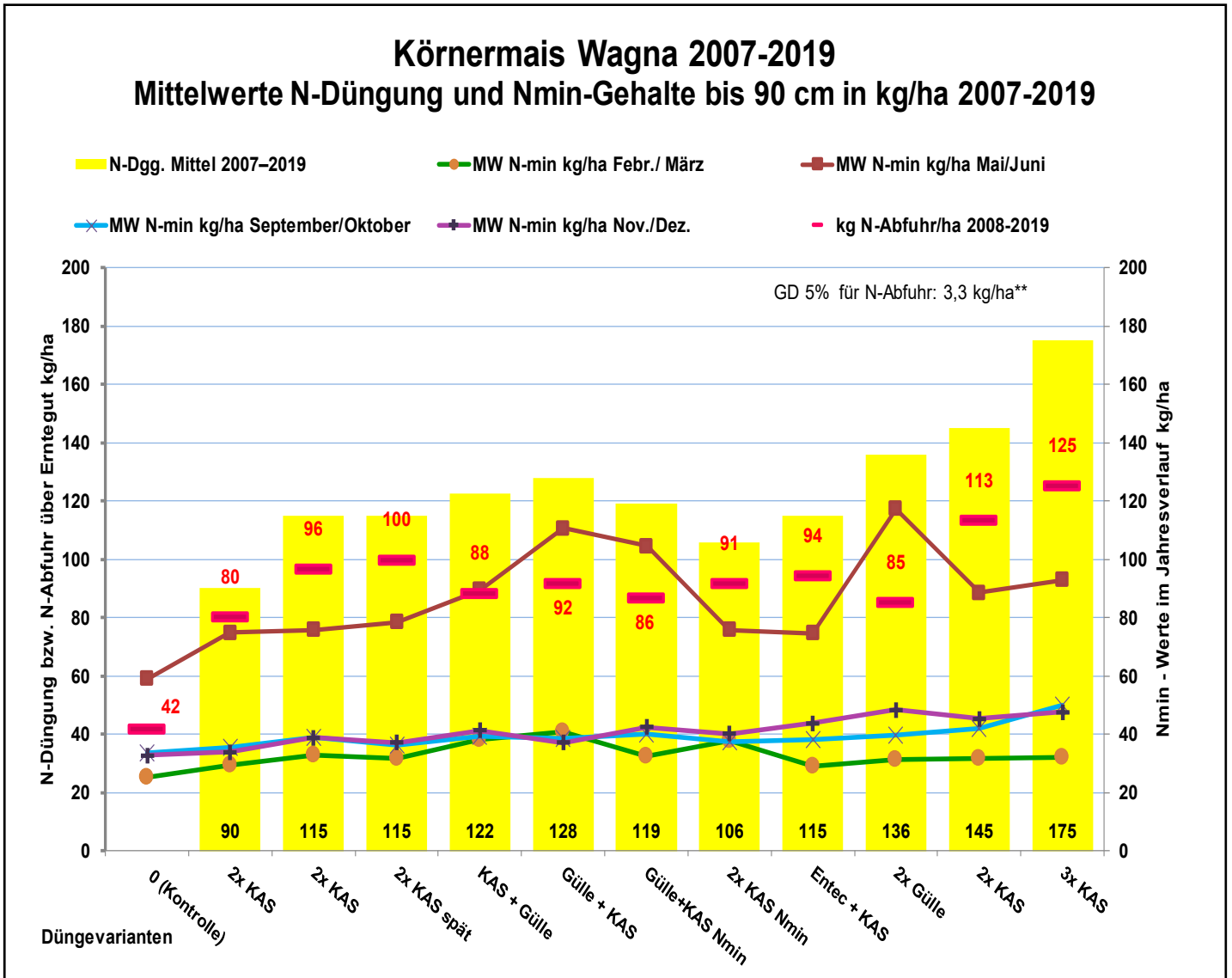
<sup>2)</sup> Diabroticabefall: Entweder deutlich sichtbarer Gänsehalswuchs oder liegende Pflanzen



## N-min Gehalte des Bodens 2007 bis 2019:

In untenstehender Grafik sind für den Zeitraum 2007-2019 die Mittelwerte der feldfallenden N-Mengen ( $N_{ff}$ /ha) je Variante den Mittelwerten der N-min – Werte im Boden (0-90 cm Tiefe) zu verschiedenen Vegetationszeitpunkten gegenübergestellt. Die unterschiedlichen Düngungshöhen und Düngerarten haben geringen Einfluss auf die N-min-Werte im Frühjahr (Februar/ März – grüne Linie).

Im September/Oktober (hellblaue Linie) und im Herbst (Oktober/ November – violette Linie) steigt der  $N_{min}$ -Gehalt bei der höchsten Düngervariante leicht an. Die im Mai/Juni hohen  $N_{min}$  – Werte (braune Linie) schwanken relativ stark, wobei die höchsten Werte vor allem in den Varianten mit Gülledüngung auftreten.

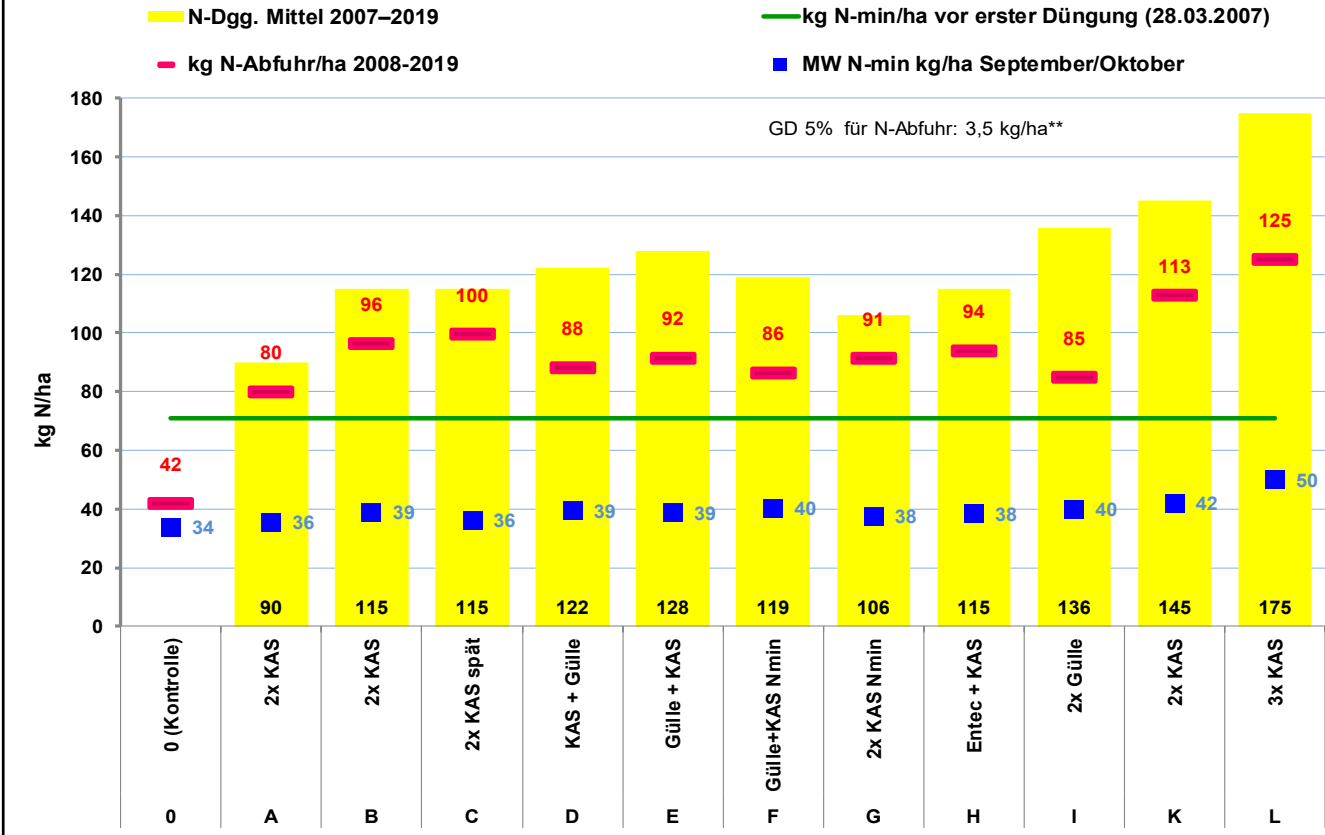


## N-Bilanz und N-min Gehalt des Bodens nach der Ernte 2007 bis 2019:

Bei den Mineraldünger-Varianten liegt im Mittel der 13 Versuchsjahre die N-Abfuhr etwa 20 % unter der gedüngten feldfallenden N-Menge. Bei den Gülle-Varianten war der Entzug durch den Körnermais noch zusätzlich etwa 10% geringer. Eine mineralische N-Düngung von 145 oder 175 kg/ha (Variante K und L) kann vom Körnermais auf diesen Boden offensichtlich nicht mehr in Ertrag bzw. Kornprotein umgesetzt werden.

Die N-min Werte nach der Ernte (Oktober) waren bei den meisten Varianten im Mittel der Jahre zwischen 34 und 42 kg/ha und damit unter dem Sollwert von 50 kg/ha. Einen Wert im Bereich des Sollwertes weist die Variante I mit der höchsten Düngegabe auf. Ohne N-Düngung sind nach der Ernte ebenfalls noch 34 kg N/ha im Boden bis 90 cm Tiefe vorhanden.

KM Wagna 2007-2019 N-Bilanz in kg/ha



Düngung mit Gülle bzw. Mineraldünger am 27.05.2019